FACULTAD DE INGENIERIA Y AGRIMENSURA
INSTITUTO DE MAQUINAS
DEPARTAMENTO de MECANICA de los FLUIDOS

TEMA:

I — CALIBRADO DEL VERTEDERO

II — PREVISION DE LAS SOCAVACIONES

INFORME N.° 4

MONTEVIDEO
1961

FACULTAD DE INGENIERIA Y AGRIMENSURA
INSTITUTO DE MAQUINAS
DEPARTAMENTO DE MECANICA DE LOS FLUIDOS

C E N T R A L   H I D R O E L E C T R I C A

R I N C O N   D E L   B O N E T E

TEMA :

I) CALIBRADO DEL VERTEDERO DE RINCON DEL BONETE EN VENA LIBRE Y CON COMPUERTAS PARCIALMENTE ABIERTAS

II) PREVISION DE LAS SOCAVACIONES PRODUCIDAS Y CORRECCIONES ACONSEJABLES AL DISIPADOR DE ENERGIA

I N F O R M E   Nº 4

MONTEVIDEO

1961

PROF. ING.
C.J. MAGGIOLO

INTRODUCCION

Los ensayos que se han reseñado en los Informes N° 2 y N° 3, se refieren a los realizados en el modelo parcial a escala 1/50, sobre el canal de pared de vidrio. Se trata de un modelo que comprende un vano y dos medios vanos. El mismo modelo ha sido también utilizado para el estudio de las socavaciones producidas al pie del vertedero, fuera del disipador de energía.

En el presente informe (N° 4) se reseñan idénticos estudios pero realizados en un modelo también a escala 1/50, aunque completo, de la Usina de Rincón del Bonete, incluyendo la casa de turbinas con sus desagües. Vistas de las diferentes etapas de construcción de este Modelo se pueden ver en el Informe N° 1, "Sobre las etapas de construcción y operación de los Modelos a escala 1/50" en las Figs. 12-13-14-15-16.

En la Fig. 1 del presente informe N° 4, puede verse una vista general del Modelo totalmente terminado y en operación, con un gasto de V = 4000 m3/s aproximadamente y altura del Río aguas abajo sin efecto de remanso del embalse de Baygorria.

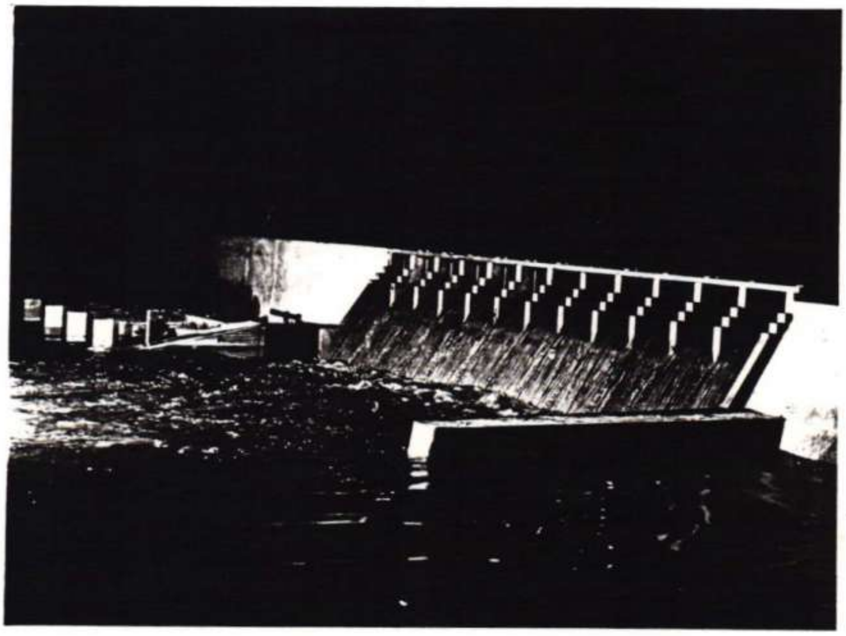


Fig. 1

Vista del modelo completo de Rincón del Bonete, a escala 1/50 funcionando el vertedero con un gasto de V = 4000 m3/s

I) CALIBRADO DEL VERTEDERO DE RINCON DEL BONETE EN VENA LIBRE Y CON COMPUERTAS PARCIALMENTE ABIERTAS. ENSAYO EN MODELO COMPLETO

La determinación de los coeficientes de gasto del vertedero, realizada en el Modelo parcial, de acuerdo al Informe Nº 2, tiene un valor estimativo, sólo válido en las zonas centrales del vertedero. El efecto de borde disminuye la capacidad de desagüe y la determinación cuantitativa de este efecto es el motivo de repetir los ensayos con el modelo completo.

En la Fig. 2 se indican las alturas de agua, sobre la cresta tal como fueron medidas en el Modelo completo para una descarga de V = 3500 m3/s. Puede observarse que el giro del agua en las 2 últimas pilas adyacentes a cualquiera de las márgenes, reduce apreciablemente la carga hidraulica, factor preponderante en la disminución de la capacidad de evacuación del vertedero.

Los ensayos realizados, cuyos resultados se ven en la Fig. 3, confirman esta reducción de capacidad, menor en todos los casos en un 7.00 % aproximadamente para una misma altura de agua, respecto a los valores indicados en la Fig. 19 del Informe Nº 2.

Las aberturas d indicadas se refieren a la cresta del vertedero y no al asiento de la compuerta, tal como se indica en la pág.32 del Informe Nº 2.

Los ensayos se hicieron a vena libre y con compuertas parcialmente abiertas para las aberturas d = 0.50 ; 1.00 ; 1.25 ; 1.50 ; 2.00 ; 2.50 ; 3.00 ; 3.50 ; 4.00 ; 4.50 y 5.00 metros.

En todos los ensayos se adoptó la misma abertura para las 12 compuertas. La lectura H de la altura del agua se realizó, como en el modelo parcial a una distancia suficiente aguas arriba de la cresta del vertedero, para no tener efecto del descenso del pelo de agua.

La toma piezométrica, ubicada en el fondo, se encuentra a 100 m. aguas arriba de la cresta del vertedero, lo que representa unas treco veces la carga máxima de agua sobre la cresta.

Debido a la reducida capacidad de bombeo, no se pudieron realizar ensayos correspondientes a caudales superiores a 5000 m3/s.

II) PREVISION DE LAS SOCAVACIONES PRODUCIDAS Y CORRECCIONES ACONSEJABLES AL DISIPADOR DE ENERGIA.

II-1) La represa de Rincón del Bonete y su disipador de energía

Puesta en funcionamiento en 1945, su vertedero de evacuación de crecidas se compone de 12 vanos de 10.5 m de luz cada uno, separados por pilas de 2.00 m. de espesor, con un perfil transversal como

se indica en Fig. 4.

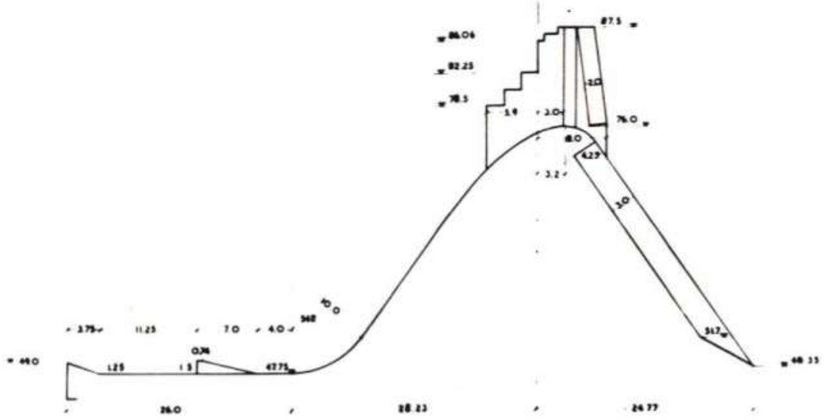


Fig. 4
Perfil transversal del vertedero
y lecho amortiguador de Rincón
del Bonete.

El lecho amortiguador tiene una longitud total de 26.00 m, termina en un umbral de pendiente 3 : 1. Dispone además de un sistema disipador de energía tipo Rehbock, formado por dientes de 7.00 m de largo y 1.50 m de alto. (Una foto del disipador sobre el Modelo se ve en la Fig. 3, pág. 4 del Informe N° 2).

Proyectada para operar con 5.00 m de carga hidráulica, para descargar 2600 m3/s, los ensayos realizados (Véase informe N° 2) han mostrado que puede considerarse que su carga hidráulica de operación normal es de 8.00 m, con una descarga de 5700 m3/s.

Durante las grandes crecidas del Río Negro, en Abril de 1959, que inundaron la Usina por el alto nivel aguas abajo, se descargaron unos 6800 m3/s, con una carga hidráulica de 9.00 m.

En todas las condiciones posibles de funcionamiento la energía hidráulica de la vena líquida se disipa en un resalto sumergido que se forma sobre el lecho amortiguador. (Véase Fig. 26 del Informe N° 1).

En efecto, al pie del vertedero el agua llega con gran velocidad (aproximadamente 27 m/s) formando una napa muy delgada. El agua debe restituirse al río, de régimen tranquilo, con velocidades muy inferiores y alturas de agua, por consiguiente, superiores. Esta transición se realiza por medio de un resalto hidráulico, fenómeno altamente disipador de energía por el torbellino de eje horizontal que se forma en la superficie.

Es necesario, para que el resalto se forme al pie de la obra, que la curva de alturas de agua en función de los caudales en el Río, aguas abajo de la obra, sean iguales o superiores a las alturas de agua correspondientes al resalto para iguales caudales. (Fig. 5)

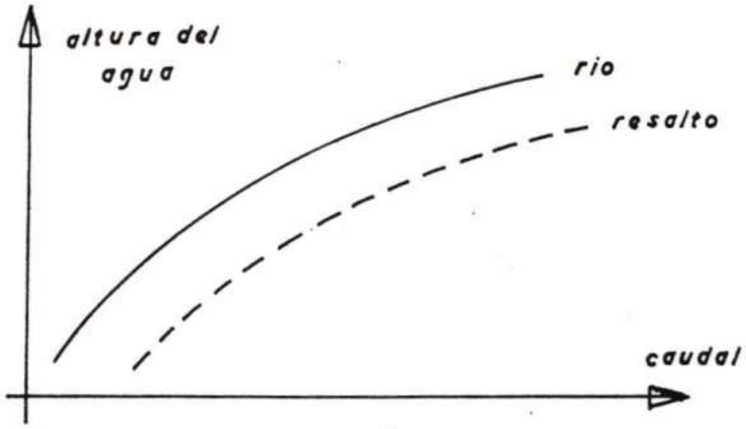


Fig. 5
Alturas de agua en el Río, aguas abajo del vertedero, para garantizar un resalto sumergido en todas las condiciones de operación.

El resalto así formado es sumergido, lo que proporciona amplias garantías de que la zona de alta velocidad del agua no se extenderá fuera de la zona del lecho amortiguador.

Esta es la situación en el vertedero de Rincon del Bonete. De acuerdo a la Fig. 6, para calcular la altura conjugada h_2 de la altura h_1, que a su vez es una función de la carga hidráulica H sobre el vertedero, se usarán las fórmulas

$$m^2 x^3 = \varphi^2 y^2 (x - y + 1)$$

$$\left(\frac{z}{P}\right)_o = x + 1 - \frac{y}{2}\left[-1 + \sqrt{1 + 16\varphi^2 \frac{x - y + 1}{y}}\right]$$

en donde:

$$x = \frac{H}{P} \quad ; \quad y = \frac{h_1}{P} \quad ;$$

$\frac{h_2}{P}$ se calcula por la variable auxiliar $\left(\frac{z}{P}\right)_o$ o con la fórmula

$$\frac{h_2}{P} = x + 1 - \left(\frac{z}{P}\right)_o$$

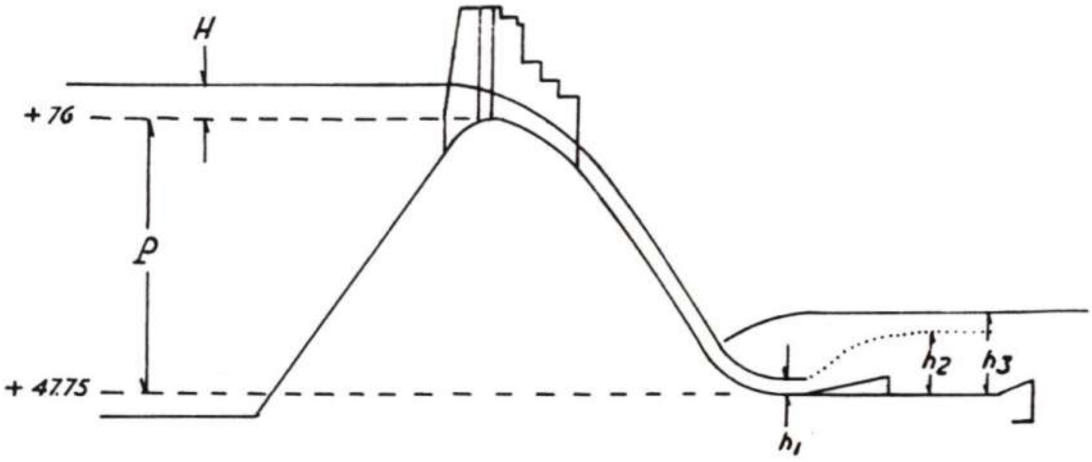


Fig. 6
Esquema para el cálculo del
resalto en Rincón del Bonete

En muestro caso: P = 28.25 m; φ^2, coeficiente que tiene en cuenta la friccion de la vena de agua con la carpeta , se toma constante e igual a 0.90; y $m = \frac{2}{3}\mu$, siendo μ el coeficiente de descarga del vertedero. (Ver pág. 23, Informe Nº 2).

De las tres raíces de la ecuación, la intermedia (la menor de los dos positivas) es la que tiene sentido físico, tabulándose los valores en la Tabla I.

En la Tabla II se dan los valores h_2, calculados y los valores h_3 que corresponden a las alturas del agua en Rincon del Bonete, aguas abajo del dique, sin tener en cuenta el remanso que provocará el embalse de la Usina de Rincon de Baygorria. Los valores de h_3 corresponden a los quo nos han sido suministrados por U.T.E. de acuerdo a observaciones directas en el Río.

Ambos valores se han representado en la Fig. 7

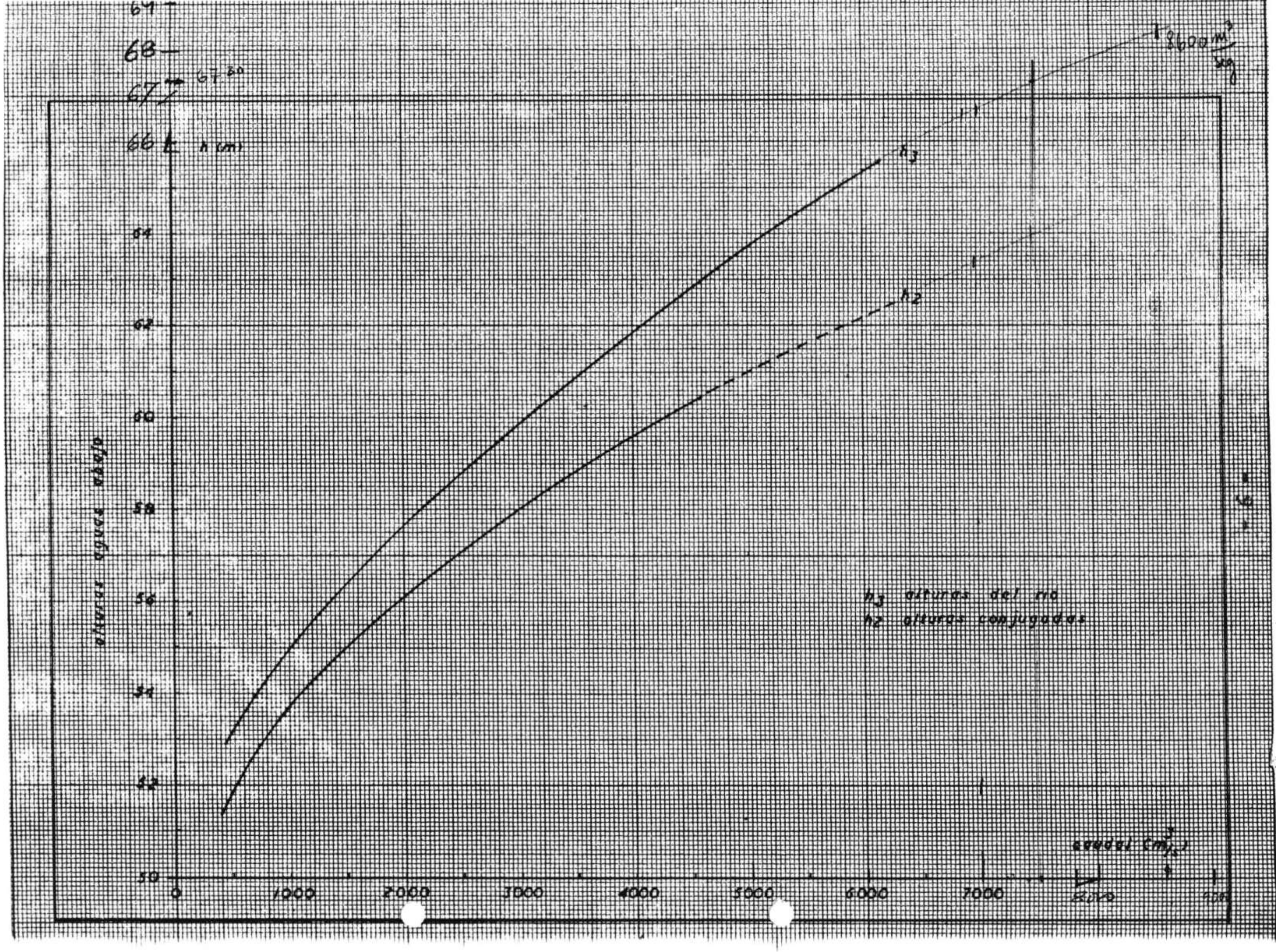
T A B L A I +

CAUDAL m^3/s	H m	x	m^2	$\left(\frac{z}{P}\right)_o$	$\frac{h_2}{P}$	h_2m
500	1.70	0.060	0.14440	0.91535	0.1470	4.15
1000	2.70	0.0956	0.17057	0.8821	0.2134	6.02
1500	3.40	0.120	0.18576	0.8617	0.2583	7.30
2000	4.10	0.145	0.18836	0.84635	0.2987	8.44
2500	4.65	0.1645	0.19360	0.8341	0.3304	9.34
3000	5.20	0.184	0.19892	0.8224	0.3616	10.20
3500	5.75	0.204	0.20070	0.8124	0.3916	11.05
4000	6.20	0.220	0.21902	0.7971	0.4229	11.90
4500	6.60	0.234	0.22467	0.7885	0.4455	12.58

T A B L A II

CAUDAL V m^3/s	ALTURA CONJUGADA h_2 m	ALTURA DEL RIO h_3 m
500	51.90	53.25
1000	53.77	55.00
1500	55.05	56.40
2000	56.19	57.65
2500	57.09	58.75
3000	57.95	59.85
3500	58.80	60.80
4000	59.65	61.85
4500	60.33	62.80

+ Los cálculos fueron realizados previamente a los ensayos en Modelo efectuados en el Departamento de Mecánica de los Fluidos, por lo ...


alturas aguas abajo
h (m)
50
52
54
56
58
60
62
64
66
67
67.30
68
69
0
1000
2000
3000
4000
5000
6000
7000
8000
caudal (m³/s)
8600 m³/seg
h3
h2
h3 alturas del rio
h2 alturas conjugadas

DESCARGAS POR VERTEDERO POR 12 COMPUERTAS EN $m^3/seg.$ (PARCIALMENTE ABIERTAS)

(SEGUN ENSAYO DE MODELO COMPLETO REALIZADO POR LA FACULTAD DE INGENIERIA)

COTA EMBALSE	0.50	1.00	1.25	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50
79.00	190	425	530	720	880	1020		
1		426	1	22	82	24		
2	191	428	2	24	84	28		
3		429	3	26	86	32		
4	192	431	4	28	88	36		
5		432	5	730	890	1040		
6	193	434	6	32	92	44		
7		435	7	34	94	48		
8	194	437	8	36	96	52		
9		438	9	38	98	56		
79.10	195	440	540	740	900	1060		
1		1	42	42	04	64		
2	196	2	44	44	08	68		
3		3	46	46	12	72		
4	197	4	48	48	16	76		
5		5	50	750	920	1080		
6	198	6	52	52	24	84		
7		7	54	54	28	88		
8	199	8	56	56	32	92		
9		9	58	58	36	96		
79.20	200	450	560	760	940	1100		
1		1	1	62	42	04		
2		2	2	64	44	08		
3		3	3	66	46	12		
4		4	4	68	48	16		
5		5	5	770	950	1120		
6		6	6	72	52	24		
7		7	7	74	54	28		
8		8	8	76	56	32		
9		9	9	78	58	36		
79.30	200	460	570	780	960	1140		
1		62	1	82	62	43		
2	201	64	2	84	64	46		
3		66	3	86	66	49		
4	202	68	4	88	68	52		
5		70	5	790	70	55		
6	203	72	6	92	72	58		
7		74	7	94	74	61		
8	204	76	8	96	76	64		
9		78	9	98	78	67		
79.40	205	480	580	800	980	1170	1320	
1		1	82	2	82	73	24	
2		2	84	4	84	76	28	
3		3	86	6	86	79	32	
4		4	88	8	88	82	36	
5		5	590	810	990	85	1340	
6		6	92	12	92	88	44	
7		7	94	14	94	91	48	
8		8	96	16	96	94	52	
9		9	98	18	98	97	56	
79.50	205	490	600	820	1000	1200	1360	
1		1	1	22	03	03	64	
2	206	2	3	24	07	06	68	
3		3	4	26	1010	09	72	
4	207	4	6	28	14	12	76	
5		5	7	830	17	15	1380	
6	208	6	9	32	21	18	84	
7		7	610	34	24	21	88	
8	209	8	12	36	28	24	92	
9		9	13	38	31	27	96	
79.60	210	500	15	840	35	1230	1400	
1				42	37	33	04	
2	211	01	16	44	1040	36	08	
3				46	42	39	12	
4	212	02	17	48	45	42	16	
5				850	47	45	1420	
6	213	03	18	52	1050	48	24	
7				54	52	51	28	
8	214	04	19	56	55	54	32	
9				58	57	57	36	
79.70	215	05	620	860	1060	1260	1440	
1		06	22	62	62	63	44	
2	216	07	24	64	64	66	48	
3		08	26	66	66	69	52	
4	217	09	28	68	68	72	56	
5		510	630	870	1070	75	1460	
6	218	11	32	72	72	78	64	
7		12	34	74	74	81	67	
8	219	13	36	76	76	84	72	
9		14	38	78	78	87	76	
79.80	220	15	640	880	1080	1290	1480	
1		16	41	82	82	93	83	
2	221	18	43	84	84	96	86	
3		19	44	86	86	99	89	
4	222	21	46	88	88	1302	92	
5		22	47	890	1090	05	95	
6	223	24	49	92	92	08	98	
7		25	650	94	94	11	1501	
8	224	27	52	96	96	14	04	
9		28	53	98	98	17	07	
79.90	225	530	55	900	1100	1320	1510	
1		1	56	1	02	23	14	
2	226	2	57	3	04	26	18	
3		3	58	4	06	29	22	
4	227	4	59	6	08	32	26	
5		5	660	7	1110	35	1530	
6	228	6	61	9	12	38	34	
7		7	62	910	14	41	38	
8	229	8	63	12	16	44	42	
9		9	64	13	18	47	46	
80.00	230	540	65	15	1120	1350	1550	

COTA EMBALSE	0.50	1.00	1.25	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
80.00	230	540	665	915	1120	1350	1550	1750		
1		41	66	16	22	52	53	55		
2	231	42	68	18	24	55	57	1760		
3		43	69	19	26	57	1560	65		
4	232	44	71	21	28	1360	64	70		
5		45	72	22	1130	62	67	75		
6	233	46	74	24	32	65	71	1780		
7		47	75	25	34	67	74	85		
8	234	48	77	27	36	1370	78	1790		
9		49	78	28	38	72	81	95		
80.10	235	550	680	930	1140	75	85	1800		
1		1	1	31	42	77	88	4		
2		2	2	33	44	1380	92	8		
3		3	3	34	46	82	95	12		
4		4	4	36	48	85	99	16		
5		5	5	37	1150	87	1602	20		
6		6	6	39	52	1390	06	24		
7		7	7	940	54	92	09	28		
8		8	8	42	56	95	13	32		
9		9	9	43	58	97	16	36		
80.20	235	560	690	45	1160	1400	1620	1840		
1		1	1	46	62	03	23	44		
2	236	2	2	48	64	06	27	48		
3		3	3	49	66	09	1630	52		
4	237	4	4	51	68	12	34	56		
5		5	5	52	1170	15	37	1860		
6	238	6	6	54	72	18	41	64		
7		7	7	55	74	21	44	68		
8	239	8	8	57	76	24	48	72		
9		9	9	58	78	27	51	76		
80.30	240	570	700	960	1180	1430	55	1880		
1		1	2	62	82	33	57	84		
2		2	4	64	84	36	1660	88		
3		3	6	66	86	39	62	92		
4		4	8	68	88	42	65	96		
5		5	710	990	1190	45	67	1900		
6		6	12	72	92	48	1670	04		
7		7	14	74	94	51	72	08		
8		8	16	76	96	54	75	12		
9		9	18	78	98	57	77	16		
80.40	240	580	720	980	1200	1460	1680	1920		
1		1	1	82	02	62	84	24		
2		2	2	84	04	65	88	28		
3		3	3	86	06	67	92	32		
4		4	4	88	08	1470	96	36		
5		5	5	990	1210	72	1700	40		
6		6	6	92	12	75	04	44		
7		7	7	94	14	77	08	48		
8		8	8	96	16	1480	12	52		
9		9	9	98	18	82	16	56		
80.50	240	590	730	1000	1220	85	1720	1960		
1		1	1	01	22	88	23	64		
2		2	2	03	24	91	26	68		
3		3	3	04	26	94	29	72		
4		4	4	06	28	97	32	76		
5		5	5	07	1230	1500	35	1980		
6		6	6	09	32	03	38	84		
7		7	7	1010	34	06	41	88		
8		8	8	12	36	09	44	92		
9		9	9	13	38	12	47	96		
80.60	240	600	740	15	1240	15	1750	2000	2240	
1		1	1	16	42	17	53	04	44	
2		2	2	18	45	1520	56	08	48	
3		3	3	19	47	22	59	12	52	
4		4	4	21	1250	25	62	16	56	
5		5	5	22	52	27	65	2020	2260	
6		6	6	24	55	1530	68	24	64	
7		7	7	25	57	32	71	28	68	
8		8	8	27	1260	35	74	32	72	
9		9	9	28	62	37	77	36	76	
80.70	240	610	750	1030	65	1540	1780	2040	2280	
1			1	31	67	42	83	44	84	
2		11	2	33	69	44	87	48	88	
3			3	34	71	46	90	52	92	
4		12	4	36	73	48	94	56	96	
5			5	37	75	1550	97	2060	2300	
6		13	6	39	77	52	1801	64	04	
7			7	1040	79	54	04	68	08	
8		14	8	42	81	56	08	72	12	
9			9	43	83	58	11	76	16	
80.80	240	15	760	45	85	1560	15	2080	2320	
1		16	61	46	87	62	18	84	26	
2	241	17	63	48	89	65	22	88	32	
3		18	64	49	91	67	25	92	38	
4	242	19	66	51	93	1570	29	96	44	
5		620	67	52	95	72	32	2100	2350	
6	243	21	69	54	97	75	36	04	56	
7		22	770	55	1300	77	39	08	62	
8	244	23	72	57	02	1580	43	12	68	
9		24	73	58	03	82	46	16	74	
80.90	245	25	75	1060	05	85	1850	2120	2380	
1		26	76	62	07	87	53	23	84	
2	246	27	77	64	09	1590	56	26	88	
3		28	78	66	11	92	59	29	92	
4	247	29	79	68	13	95	62	32	96	
5		630	780	1070	15	97	65	35	2400	
6	248	31	81	72	17	1600	68	38	4	
7		32	82	74	19	02	71	41	8	
8	249	33	83	76	21	05	74	44	12	
9		34	84	78	23	07	77	47	16	
81.00	250	35	85	1080	25	1610	1880	2150	2420	

COTA EMBALSE	0.50	1.00	1.25	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00
81.00	250	635	785	1080	1325	1610	1880	2150	2420		
1			86	81	26	13	82	53	24		
2	251	636	88	83	28	16	85	57	29		
3			89	84	29	19	87	2160	33		
4	252	637	91	86	31	22	1890	64	38		
5			92	87	32	25	92	67	42		
6	253	638	94	89	34	28	95	71	47		
7			95	1090	35	31	97	74	51		
8	254	639	97	92	37	34	1900	78	56		
9			98	93	38	37	02	81	2460		
81.10	255	640	800	95	1340	1640	05	85	65	2680	
1		1	1	96	42	42	08	88	69	86	
2	256	2	2	97	44	44	12	92	74	92	
3		3	3	98	46	46	15	95	78	98	
4	257	4	4	99	48	48	19	99	83	2704	
5		5	5	1100	1350	1650	22	2202	87	10	
6	258	6	6	1	52	52	26	06	92	16	
7		7	7	2	54	54	29	09	96	22	
8	259	8	8	3	56	56	33	13	2501	28	
9		9	9	4	58	58	36	16	05	34	
81.20	260	650	810	5	1360	1660	1940	2220	2510	2740	
1		1	1	6	62	62	42	23	15	44	
2		2	2	8	64	64	45	27	2520	48	
3		3	3	9	66	66	47	2230	25	52	
4		4	4	11	68	68	1950	34	2530	56	
5		5	5	12	1370	1670	52	37	35	60	
6		6	6	14	72	72	55	41	2540	64	
7		7	7	15	74	74	57	44	45	68	
8		8	8	17	76	76	1960	48	2550	72	
9		9	9	18	78	78	62	51	55	76	
81.30	260	660	820	1120	1380	1680	65	55	2560	2780	
1			1	21	82	82	68	58	64	84	
2		661	2	24	84	85	72	61	69	88	
3			3	26	86	87	75	64	73	92	
4		662	4	28	88	1690	79	67	78	96	
5			5	1130	1390	92	82	2270	82	2800	
6		663	6	32	92	95	86	73	87	04	
7			7	34	94	97	89	76	91	08	
8		664	8	36	96	1700	93	79	96	12	
9			9	38	98	02	96	82	2600	16	
81.40	260	665	830	1140	1400	05	2000	85	2605	2820	
1		6	1	41	02	07	02	88	09	25	
2	261	7	2	43	04	10	05	92	14	2830	
3		8	3	44	06	12	07	95	18	35	
4	262	9	4	46	08	15	10	99	23	2840	
5		670	5	47	1410	17	12	2302	27	45	
6	263	1	6	49	12	1720	15	06	32	2850	
7		2	7	1150	14	22	17	09	36	55	
8	264	3	8	52	16	25	2020	13	41	2860	
9		4	9	53	18	27	22	16	45	65	
81.50	265	5	840	55	1420	1730	25	2320	2650	2870	
1			841	56	22	33	28	24	54	75	
2	266	676	43	57	24	36	32	28	59	80	
3			44	58	26	39	35	32	63	85	
4	267	677	46	59	28	42	39	36	68	90	
5			47	1160	1430	45	42	2340	72	95	
6	268	678	49	1	32	48	46	44	77	2900	
7			850	2	34	51	49	48	81	05	
8	269	679	52	3	36	54	53	52	86	10	
9			53	4	38	57	56	56	2690	15	
81.60	270	680	55	5	1440	1760	2060	2360	2695	2920	
1		1	56	6	41	62	62	63	99	25	
2		2	57	8	43	64	65	67	2704	2930	
3		3	58	9	44	66	67	2370	08	35	
4		4	59	1171	46	68	2070	74	13	2940	
5		5	860	72	47	1770	72	77	17	45	
6		6	1	74	49	72	75	81	22	2950	
7		7	2	75	1450	74	77	84	26	55	
8		8	3	77	52	76	2080	88	31	2960	
9		9	4	78	53	78	82	91	35	65	
81.70	270	690	5	1180	55	1780	85	95	2740	2970	3260
1		1	6	81	56	82	89	97	44	75	64
2		2	8	83	58	84	91	2400	48	80	69
3		3	9	84	59	86	94	02	52	85	73
4		4	871	86	61	88	97	05	56	90	78
5		5	72	87	62	1790	2100	07	2760	95	82
6		6	74	89	64	92	03	10	64	3000	87
7		7	75	1190	65	94	06	12	68	05	91
8		8	77	92	67	96	09	15	72	10	96
9		9	78	93	68	98	12	17	76	15	3300
81.80		700	880	95	1470	1800	15	2420	2780	3020	3305
1		1	1	96	72	02	17	24	84	24	09
2		2	2	97	74	04	2120	28	89	28	13
3		3	3	98	76	06	22	32	93	32	17
4		4	4	99	78	08	25	36	98	36	21
5		5	5	1200	1480	1810	27	2440	2802	40	25
6		6	6		82	12	2130	44	07	44	29
7		7	7		84	14	32	48	11	48	33
8		8	8		86	16	35	52	16	52	37
9		9	9		88	18	37	56	20	56	41
81.90		710	890		1490	1820	2140	2460	2825	3060	3345
1		1	1		91	1822	43	63	29	64	50
2		2	2		92	24	46	66	34	68	55
3		3	3		93	26	49	69	38	72	60
4		4	4		94	26	52	72	43	76	65
5		5	5		95	1830	55	75	47	80	70
6		6	6		96	32	58	78	52	84	75
7		7	7		97	34	61	81	56	88	80
8		8	8		98	36	64	84	61	92	85
9		9	9		99	38	67	87	65	96	90
82.00		720	900		1500	1840	2170	2490	2870	3100	3395

COTA EMBALSE	1.00	1.25	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00
82.00	720	900	1220	1500	1840	2170	2490	2870	3100	3395
1		1	21	2	2	3	93	74	04	99
2	21	2	23	4	4	6	96	78	08	3404
3		3	24	6	6	9	99	82	12	08
4	22	4	26	8	8	2182	2502	86	16	13
5		5	27	1510	1850	5	05	90	20	17
6	23	6	29	12	2	8	08	94	24	22
7		7	1230	14	4	2191	11	98	28	26
8	24	8	32	16	6	4	14	2902	32	31
9		9	33	18	8	7	17	06	36	35
82.10	25	910	35	1520	1860	2200	2520	2910	3140	3440
1		1	36	21	2	3	22	14	44	44
2	26	2	38	23	5	6	24	18	48	48
3		3	39	24	7	9	26	22	52	52
4	27	4	41	26	1870	12	28	26	56	56
5		5	42	27	2	15	252	2930	3160	3460
6	28	6	44	29	5	18	32	34	64	64
7		7	45	1530	7	2221	34	38	68	68
8	29	8	47	32	1880	4	36	42	72	72
9		9	48	33	2	7	38	46	76	76
82.20	730	920	1250	35	5	2230	2540	2950	3180	3480
1		1	1	36	7	3	44	54	84	85
2	31	2	2	38	1890	6	48	58	88	90
3		3	3	39	2	9	52	62	92	95
4	32	4	4	41	5	2242	56	66	96	3500
5		5	5	42	7	5	2560	2970	3200	05
6	33	6	6	44	1900	8	64	74	04	10
7		7	7	45	2	2251	68	78	08	15
8	34	8	8	47	5	4	72	82	12	20
9		9	9	48	7	7	76	86	16	25
82.30	35	930	1260	1550	1910	2260	2580	2990	3220	3530
1		1	1	51	12	62	84	93	25	35
2	36	2	2	53	14	64	88	96	30	40
3		3	3	54	16	66	92	99	35	45
4	37	4	4	56	18	68	96	3002	40	50
5		5	5	57	1920	2270	2600	05	45	55
6	38	6	6	59	22	72	04	08	50	60
7		7	7	1560	24	74	08	11	55	65
8	39	8	8	62	26	76	12	14	60	70
9		9	9	63	28	78	16	17	65	75
82.40	740	940	1270	65	1930	2280	2620	3020	3270	3580
1	1	1	1	66	2	83	22	24	74	84
2	2	2	2	68	4	86	24	28	78	88
3	3	3	3	69	6	89	26	32	82	92
4	4	4	4	71	8	92	28	36	86	96
5	5	5	5	72	1940	95	2630	3040	90	3600
6	6	6	6	74	2	98	32	44	94	04
7	7	7	7	75	4	2301	34	48	98	08
8	8	8	8	77	6	04	36	52	3302	12
9	9	9	9	78	8	07	38	56	06	16
82.50	750	950	1280	1580	1950	2310	2640	3060	3310	3620
1			1	81	2	13	43	65	14	24
2			2	83	4	16	46	3070	18	28
3			3	84	6	19	49	75	22	32
4			4	86	8	22	52	80	26	36
5			5	87	1960	25	55	85	3330	40
6			6	89	2	28	58	90	34	44
7			7	90	4	31	61	95	38	48
8			8	92	6	34	64	3100	42	52
9			9	93	8	37	67	05	46	56
82.60			1290	95	1970	2340	2670	3110	3350	3660
1				96	2	42	73	14	54	64
2				98	4	44	76	18	58	68
3				99	6	46	79	22	62	72
4				1601	8	48	82	26	66	76
5				02	1980	2350	85	30	3370	80
6				04	2	52	88	34	74	84
7				05	4	54	92	38	78	88
8				07	6	56	94	42	82	92
9				08	8	58	97	46	86	96
82.70				1610	1990	2360	2700	3150	3390	3700
1						63	03	54	14	05
2						66	06	58	98	10
3						69	09	62	3402	15
4						72	12	66	06	20
5						75	15	70	10	25
6						78	18	74	14	30
7						81	21	78	18	35
8						84	24	82	22	40
9						87	27	86	26	45
82.80						2390	2730	3190	3430	3750
1						93	33	93	34	54
2						96	36	96	38	58
3						99	39	99	42	62
4						2402	42	3202	46	66
5						05	45	05	50	70
6						08	48	08	54	74
7						11	51	11	58	78
8						14	54	14	62	82
9						17	57	17	66	86
82.90						2420	2760	3220	3470	3790
1						22	63	24	74	95
2						24	66	28	78	3800
3						26	69	32	82	05
4						28	72	36	86	10
5						2430	75	40	3490	15
6						32	78	44	94	20
7						34	81	48	98	25
8						36	84	52	3502	30
9						38	87	56	06	35
83.00						2440	2790	3260	3510	3840

COTA EMBALSE	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00
83.00	2440	2790	3260	3510	3840
1	43	93	64	14	44
2	46	96	68	18	48
3	49	99	72	22	52
4	52	2802	76	26	56
5	55	05	3280	30	60
6	58	08	84	34	64
7	61	11	88	38	68
8	64	14	92	42	72
9	67	17	96	46	76
83.10	2470	2820	3300	3550	3880
1	73	23	03	54	84
2	76	26	06	58	88
3	79	29	09	62	92
4	82	32	12	66	96
5	85	35	15	3570	3900
6	88	38	18	74	04
7	91	41	21	78	08
8	94	44	24	82	12
9	96	47	27	86	16
83.20	2500	2850	3330	3590	3920
1	02	53	33	93	24
2	04	56	36	96	28
3	06	59	39	99	32
4	08	62	42	3602	36
5	2510	65	45	05	40
6	12	68	48	08	44
7	14	71	51	11	48
8	16	74	54	14	52
9	18	77	57	17	56
83.30	2520	2880	3360	3620	3960
1	22	83	64	24	64
2	24	86	68	28	68
3	26	89	72	32	72
4	28	92	76	36	76
5	2530	95	3380	3640	3980
6	32	98	84	44	84
7	34	2901	88	48	88
8	36	04	92	52	92
9	38	07	96	56	96
83.40	2540	2910	3400	3660	4000
1	43	13	03	64	04
2	46	16	06	68	08
3	49	19	09	78	12
4	52	22	12	76	16
5	55	25	15	3680	4020
6	58	28	18	84	24
7	61	31	21	88	28
8	64	34	24	92	32
9	67	37	27	96	36
83.50	2570	2940	3430	3700	4040
1				04	44
2				08	48
3				12	52
4				16	56
5				3720	4060
6				24	64
7				28	68
8				32	72
9				36	76
83.60				3740	4080
1				43	84
2				46	88
3				49	92
4				52	96
5				55	4100
6				58	04
7				61	08
8				64	12
9				67	16
83.70				3770	4120
1				74	24
2				78	28
3				82	32
4				86	36
5				3790	40
6				94	44
7				98	48
8				3802	52
9				06	56
83.80				3810	4160
1				13	64
2				16	68
3				19	72
4				22	76
5				25	4180
6				28	84
7				31	88
8				34	92
9				37	96
83.90				3840	4200
1				44	04
2				48	08
3				52	12
4				56	16
5				3860	4220
6				64	24
7				68	28
8				72	32
9				76	36
84.00				3880	4240

COTA EMBALSE	4.50	5.00
84.00	3880	4240
1	84	44
2	88	48
3	92	52
4	96	56
5	3900	60
6	04	64
7	08	68
8	12	72
9	16	76
84.10	3920	4280
1	24	85
2	28	90
3	32	95
4	36	4300
5	3940	05
6	44	10
7	48	15
8	52	4320
9	56	25
84.20	3960	4330
1	64	34
2	68	38
3	72	42
4	76	46
5	3980	4350
6	84	54
7	88	58
8	92	62
9	96	66
84.30	4000	4370
1	03	74
2	06	78
3	09	82
4	12	86
5	15	4390
6	18	94
7	21	98
8	24	4402
9	27	06
84.40	4030	4410
1	33	13
2	36	16
3	39	19
4	42	22
5	45	25
6	48	28
7	51	31
8	54	34
9	57	37
84.50	4060	4440
1	63	44
2	66	48
3	69	52
4	72	56
5	75	60
6	78	64
7	81	68
8	84	72
9	87	76
84.60	4090	4480
1	94	84
2	98	88
3	3102	92
4	06	96
5	10	4500
6	14	04
7	18	08
8	22	12
9	26	16
84.70	4130	4520
1	33	24
2	36	28
3	39	32
4	42	36
5	45	4540
6	48	44
7	51	48
8	54	52
9	57	56
84.80	4160	4560
1	64	64
2	68	68
3	72	72
4	76	76
5	4180	4580
6	84	84
7	88	88
8	92	92
9	96	96
84.90	4200	4600
1	03	04
2	06	08
3	09	12
4	12	16
5	15	4620
6	18	24
7	21	28
8	24	32
9	27	36
85.00	4230	4640

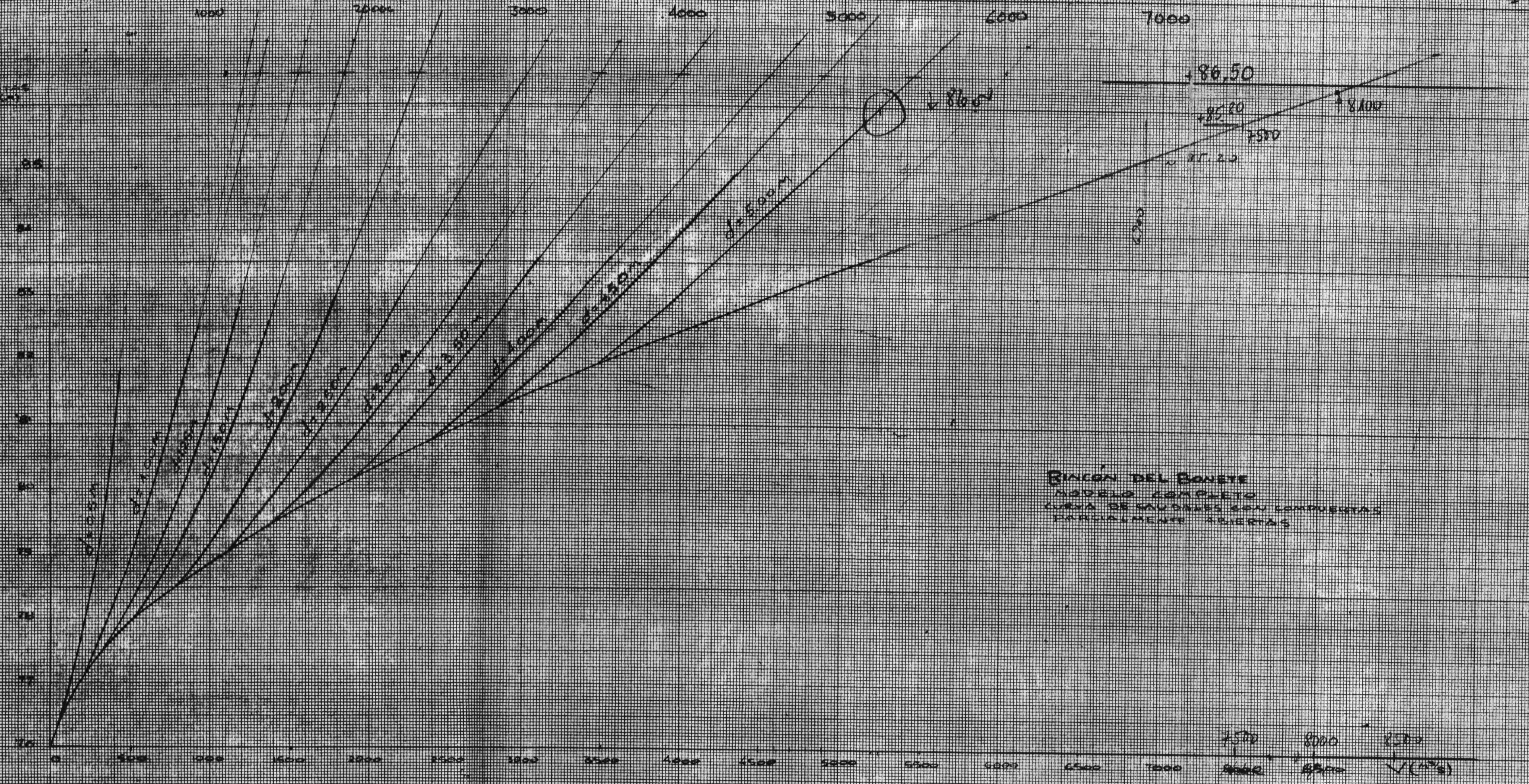
VENANCIO F. ORMAECHEA
SUB-GERENTE
CENTRAL HIDROELECTRICA
Dr. GABRIEL TERRA

NOTA: LAS COTAS DE EMBALSE ESTAN REFERIDAS AL CERO DE R. DE BONETE

HL 103

UTE DEPARTAMENTO DE ... CIVIL
SECCION HIDROLOGIA

Dib: L. PEREIRA



INSTITUTO DE MAQUI[NAS]
FACULTAD DE INGENIERIA MON[TEVIDEO]

Corresponde a:
RINCON DEL BONETE
MODELO COMPLETO – CURVA DE
CAUDALES CON COMPUERTAS
PARCIALMENTE ABIERTAS

N
300

Dibujó:

1-2-12

FIG. 3.

Modelo del vertedero y lecho amortiguador, usina y canal aguas abajo de Rincón del Bonete.

Instituto de Máquinas. Fac. de Ingeniería.

Marzo de 1960